

## **OBTENÇÃO DE MODELO DIGITAL DE TERRENO E ORTOMOSAICO NA REGIÃO SUB-BACIA RIACHO DO MACHADO, CRUZ DAS ALMAS/BA: PERCEPÇÕES A PARTIR DO PROCESSAMENTO DE DADOS DE VEÍCULOS AÉREOS NÃO TRIPULADOS**

William da Silva Pereira<sup>1</sup>, José Ricardo Gonçalves Magalhães<sup>2</sup>, Ariston de Lima Cardoso<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Bacharel em Ciências Exatas e Tecnológicas, UFRB, Cruz das Almas – BA, w.pereira@ufrb.edu.br

<sup>2</sup>Geólogo, Professor do Centro de Ciências Exatas e Tecnológicas, UFRB, Cruz das Almas – BA, jose.magalhaes@ufrb.edu.br

<sup>3</sup>Físico, Professor do Centro de Ciências Exatas e Tecnológicas, UFRB, Cruz das Almas – BA, ariston@ufrb.edu.br

**RESUMO:** Durante os últimos anos o avanço da tecnologia tem proporcionado a possibilidade de implantação de métodos inovadores para obtenção de informações geográficas utilizando Veículos Aéreos Não Tripulados – VANT. Este relato de experiência apresenta o procedimento para obtenção do modelo digital de terreno e ortomosaico da região da sub-bacia do Riacho do Machado no município de Cruz das Almas – BA, levantado através de imagens obtidas por um VANT do tipo quadricóptero de uso comercial desenvolvido para o mercado de mídias e empregando o software Agisoft Photoscan. A metodologia aplicada para a coleta dos dados e processamentos é detalhada e os resultados são apresentados. São mostrados ainda o ortomosaico e modelo digital de terreno obtidos.

**PALAVRAS-CHAVE:** vant, fotogrametria

**INTRODUÇÃO:** Nos últimos anos o mercado de VANT (veículos aéreos não tripulados) vem se tornando uma grande tendência. Desenvolvida para atuar em atividades militares, esta tecnologia passou a ser utilizada em aplicações nas diversas áreas. Atualmente a união dos VANTS com a técnica da aerofotogrametria tem apresentado resultados promissores. Estudos realizados na Itália obteve bons resultados na utilização de VANT com finalidade de detectar possíveis pontos de acúmulo de contaminantes no solo (Capolupo 2015). Segundo Scussel (2016), esta tecnologia pode reduzir em até 70% do custo se comparada a técnica de georreferenciamento terrestre. Por se tratar de uma tecnologia ainda não consolidada faz-se necessária atenção especial a utilização das informações obtidas, sobretudo para trabalhos que envolvam necessidade de boa acurácia. Entretanto é importante elucidar que durante levantamentos de análise qualitativa ou trabalhos com fidelidade educacional, o uso dos VANTS pode representar uma excelente escolha dado seu baixo custo relativo.

Neste trabalho foi selecionada uma área localizada em uma região interna ao campus da Universidade Federal do Recôncavo da Bahia (UFRB) em Cruz das Almas. Nesta área se localizam ao menos 43 nascentes ativas pertencentes à sub-bacia hidrográfica do Riacho do Machado (SBHRM), conforme levantado por Alexandrino (2012). Esta região tem sofrido com intensa degradação ambiental devido à exploração desordenada e uso inadequado do solo como indica Gloagen (2007). Ladeira (2013) descreve a área como sendo de fundamental importância para consolidação da UFRB pelo fato da mesma projetar a imagem acadêmica através da sua integridade ambiental.

O presente trabalho objetiva a apresentação de um relato das rotinas de processamento de dados de VANT envolvidas na obtenção do modelo digital de terreno (MDT) e do Ortomosaico desta sub-bacia.

**MATERIAIS E MÉTODOS:** O modelo do VANT utilizado nesta pesquisa foi o Phantom 4, ilustrado na figura 1, fabricado pela empresa chinesa de tecnologia DJI (*Jiāng Innovations Science and Technology Co., Ltd.*). O sistema do Phantom 4 conta com uma câmera de 16 megapixel produzido em conjunto com mecanismo de estabilização que proporciona imagens de apreciável qualidade. Devido ao fato deste modelo ser a quarta geração de sua linha, ele apresenta tecnologia que viabiliza boa estabilidade no equipamento através de uma unidade de sistema inercial bastante preciso e sistema de GPS embarcado. Para o processamento das imagens optou-se por utilizar o programa fotogramétrico Agisoft Photoscan com a propósito de gerar nuvens de pontos regulares e densas, ortomosaicos georreferenciados e modelos digitais de elevação e de terreno. O algoritmo desenvolvido pela Agisoft é baseado em uma tecnologia chamada *state-of-the-art* que permite um rápido processamento e proporciona ao mesmo tempo resultados precisos.



Figura 1: Procedimento de download de imagens obtidas através do VANT DJI Phantom 4.

O tempo empregado na etapa de processamento foi minimizado através da utilização de um *cluster* Dell composto por 32 núcleos Intel® Xeon® @2,60GHz equipado com 32 gigabytes de memória RAM apresentado na figura 2.



Figura 2: Cluster utilizado para processamento das imagens.

O procedimento teve por base três ações: (1) estabelecer variáveis de voo para o processo de coleta das imagens; (2) definir parâmetros de processamento compatíveis com o tipo de terreno escolhido para estudo; (3) avaliar os produtos gerados pela coleta de imagens e processamento dos dados. Todo o processo de planejamento dos voos foi efetivado utilizando a plataforma DroneDeploy, disponibilizado gratuitamente no Google Play. Na operação foram informados os seguintes parâmetros: (1) altura de voo de 80 metros; (2) sobreposição lateral de 75%; (3) recobrimento frontal de 75% (4) velocidade máxima de voo de 15 m/s. Após a entrada destes dados obteve-se o retorno das seguintes estimativas para o levantamento: 35 hectares de área coberta pelas linhas de voo; resolução espacial (GSD) de 3,4 cm/pixel; 19 linhas de voo espaçadas de 36 metros (figura 3).



(Figura 3 – Disposição das linhas de voo

O voo foi realizado em 3 de março de 2017 em um dia ensolarado com presença de poucas nuvens. Este cenário é bastante favorável pois a iluminação solar potencializa a qualidade das imagens.

Após descarregadas as imagens no Agisoft Photoscan, foi realizado o processo de alinhamento das imagens e produção da nuvem leve, onde nesta etapa adotou-se os seguintes parâmetros: precisão *highest*; pré-seleção de pares genérica; *key point limit* 40.000; *tie point limit* 4.000. O tempo total para o alinhamento das imagens foi de 29 minutos e 49 segundos, gerando uma nuvem regular com 256.981 pontos.

Na etapa seguinte foi processada a nuvem densa utilizando parâmetros de qualidade ultraelevada e o *depth filtering* agressivo. Após 1 dia, 13 horas e 50 minutos de processamento obteve-se uma nuvem densa contendo 372.273.468 pontos (figura 4b).

A nuvem de pontos densa, na forma como foi obtida, representa a altura de vários pontos pertencentes a todos os elementos presentes na superfície do terreno. Desta forma todas as edificações, vegetação e qualquer estrutura acima do solo é representada com pontos sobre suas superfícies ou ainda pontos pertencentes a um modelo digital de superfície (MDS). O software utilizado possui então uma ferramenta que possibilita a classificação dos pontos da nuvem densa de modo a diferenciar os pontos pertencentes ao terreno de todos os. O método escolhido para este estudo foi a classificação automática, exibido no programa como “*Classify Ground Points*”. Esta técnica segundo o manual do usuário da Agisoft (Agisoft, 2016) é executada em dois passos. Inicialmente a nuvem é dividida em células com tamanhos iguais e em cada célula o ponto mais baixo é identificado e a triangulação destes pontos gera uma primeira aproximação do modelo de terreno. Em seguida, o novo ponto é adicionado à classe *ground* se duas condições forem satisfeitas: (i) se este ponto está situado a uma certa distância do modelo de terreno; (ii) se o ângulo entre o modelo de terreno e a linha para conectar este a um ponto da classe *ground* é menor que um certo ângulo. Esta etapa é repetida enquanto houver pontos a serem verificados.

A classificação da nuvem densa foi concluída após 8 horas tendo sido empregados parâmetros de ângulo máximo de 15 graus, distância máxima de 1 metro e células com tamanho de 50 metros.

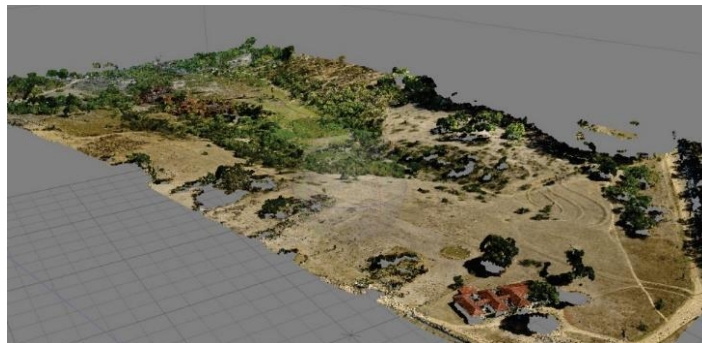


Figura 4b: Nuvem de pontos densa gerada pelo Agisoft Photoscan contendo 372.273.468 pontos

De posse dos dados classificados foi dado início ao processo para criação do MDT da SBHRM. Para obter um MDT mais preciso, foi utilizada a nuvem de pontos densa como base para os procedimentos de cálculo. O sistema de coordenadas utilizado foi o WGS84, e a interpolação via mínima curvatura habilitada no modo padrão, sendo necessário o tempo de 5 minutos e 47 segundos para o processamento desta etapa. Após determinação de curvas de nível e realização do produto final, os dados foram exportados para a plataforma de mapeamento e processamento de dados geocientíficos, Oasis Montaj versão 8.5.5, produzido pela Geosoft,

**RESULTADOS E DISCUSSÕES:** A escolha pela altura de 80 metros se deu pela determinação aproximada da resolução desejada. Já a adoção do recobrimento de 75% teve como objetivo evitar a perda de informação nos ortomosaicos. Resumidamente, uma grande sobreposição proporciona melhores resultados já que a restituição aerofotogramétrica será baseada num maior número de pontos homólogos. Segundo Andrade (2013), é recomendável na aerofotogrametria tradicional, uma sobreposição lateral de 30% (entre faixas) e 60% de sobreposição frontal. No entanto, na utilização de VANTS, estes valores devem ser elevados de modo a amenizar limitações como distorções causadas pela câmera, entre outros fatores. Na prática, tem-se empregado sobreposições acima de 60% em ambas as direções.

Os principais produtos gerados neste estudo foram a nuvem densa classificada (apresentada na figura 4b), o Modelo Digital de Terreno com as curvas de nível e o ortomosaico.  
A figura 5 apresenta o ortomosaico que foi gerado com base no MDT resultando em uma imagem de 16.316 x 27.558 pixels e um GSD de 3,08 cm/pixel.



Figura 5: Ortomosaico produzido com base no Modelo Digital de Terreno.

O Modelo Digital de Terreno resultou em um arquivo com 23.159 x 34.524 pixels e GSD também com 3,08 cm/pixel. No software Oasis Montaj, pôde-se manipular a textura utilizada, além de gerar curvas de nível para cotas a cada 5 metros e apresentar um mapa com escala 1:8000 (figura 6).  
Integrando as informações contidas no ortomosaico e no MDT no contexto da SBHRM, várias aplicações em escala de detalhe podem ser obtidas para esta região do município de Cruz das Almas. Se destacam, por exemplo, os temas relacionados com uso e manejo de solos, conservação do solo e das águas do município, diagnóstico ambiental, educação ambiental e preservação dos sistemas naturais, desenvolvimento sustentável e caracterização numérica e morfológica do terreno.

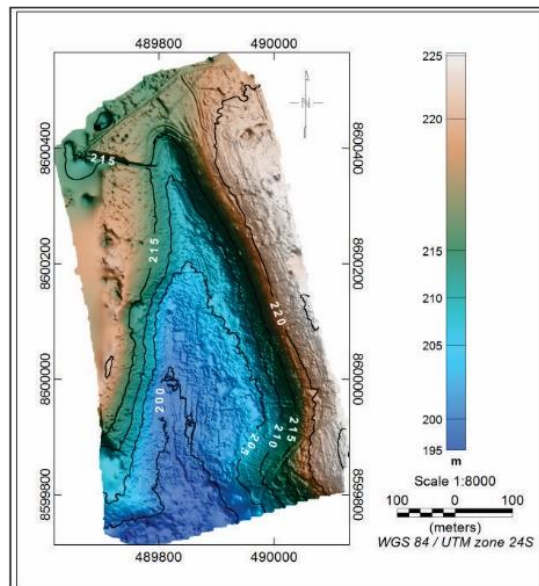


Figura 6: Modelo Digital de Terreno apresentado curvas de nível espaçadas de 5 metros.

**CONCLUSÕES:** O estudo mostrou que a geração do MDT usando o modelo Phantom 4 da DJI como fonte de aquisição de dados para processos fotogramétricos é possível. Ainda que se trate de um equipamento desenvolvido com o objetivo de beneficiar um mercado diferente da aerofotogrametria, observou-se que os produtos criados podem ser empregados em alguns estudos, principalmente em análises preliminares de terrenos.

A escolha correta dos parâmetros de voo e processamento dos dados também são altamente relevantes para a otimização dos resultados. A utilização de máquinas com capacidade computacional elevada tornou possível explorar melhor o potencial dos algoritmos desenvolvidos para o software aerofotogramétrico. Embora a formação em 3D da nuvem de pontos densa não seja visualmente adequada, os resultados de elevação obtidos a partir do MDT representam de forma suficiente a paisagem do local permitindo análises geográficas e hidrológicas da SBHRM.

O ortomosaico também poderá oferecer informações muito importantes sobre o uso e ocupação do solo e ainda possibilitar o conhecimento de algumas informações espaciais sobre o local.

Neste trabalho não foram avaliados a qualidade dos dados geoespaciais. Neste sentido, melhores resultados podem ser obtidos ao utilizar pontos de referência em solo georreferenciados com equipamentos de acurácia elevada, reduzindo assim os erros provocados pelas limitações do equipamento e da tecnologia empregada.

Devido à sua pequena autonomia e velocidade de voo relativamente baixa a cobertura de grandes áreas não é recomendada já que diversos voos seriam necessários tornando a tarefa mais lenta e trabalhosa.

Deve-se analisar com cuidado a escolha entre a sobreposição das imagens e nível de processamento dos dados de modo a compatibilizar a máquina acessível para processamento e o tempo disponível para apresentação dos resultados.

Com base nos dados obtidos através deste estudo será possível fornecer subsídios que facilitará a tomada de decisões em futuros projetos de recuperação e restauração ambiental que contemplem a área levantada. Espera-se ainda que este relato venha servir como base de consulta para posteriores trabalhos que abordem o tema para que possam se beneficiar da experiência aqui apresentada.

## **REFERÊNCIAS:**

Agisoft, **Agisoft PhotoScan User Manual Professional Edition, Version 1.3**. Disponível em <[http://www.agisoft.com/pdf/photoscan-pro\\_1\\_3\\_en.pdf](http://www.agisoft.com/pdf/photoscan-pro_1_3_en.pdf)>. Acesso em: 16 de mai. 2017

ALEXANDRINO, R. V. **Avaliação e Caracterização de Áreas de Preservação Permanente dentro do Campus da UFRB, Cruz das Almas, Bahia**. Trabalho de Conclusão de Curso. Centro de Ciências Agrárias, Ambientais e Biológicas, UFRB, Cruz das Almas. 2012. Disponível em: <<http://hdl.handle.net/123456789/804>>.

ANDRADE, J. B. **Fotogrametria**. Curitiba: SBEE, 2003.

Capolupo, A.; Pindozi, S.; Okello, C.; Fiorentino, N.; Boccia, L. **Photogrammetry for environmental monitoring: The use of drones and hydrological models for detection of soil contaminated by copper**. Science of the Total Environment, v.514, p. 298-306, 2015.

GLOAGEN, R. A. B. G.; MELO Filho, J. F.; SILVA, P. S. O.; DOURADO, C. da S.; SILVA Junior, J. J da; SOUZA, D. L. de A.; **Diagnóstico preliminar de impactos ambientais na micro-bacia do Ribeirão do Machado em Cruz das Almas-BA**. Revista Brasileira de Agroecologia, Cruz Alta-RS, v. 2, n. 2, p. 1645-1648, 2007.

LADEIRA, F. Lopes. **Proposta de Recuperação e Preservação ambiental para a Região da Microbacia do Riacho do Machado Cruz das Almas, Bahia - Estudo de Caso**. Trabalho de Conclusão de Curso. Centro de Ciências Agrárias, Ambientais e Biológicas, UFRB, Cruz das Almas. 2013. Disponível em: <<http://hdl.handle.net/123456789/1055>>.

SCUSSEL, A. **Topografia de Baixo Custo com Drones**. 2016. Disponível em:<<http://mundogeo.com/blog/2016/05/02/artigo-topografia-de-baixo-custo-com-drones/>>.